

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 3 月 11 日 (11.03.2004)

PCT

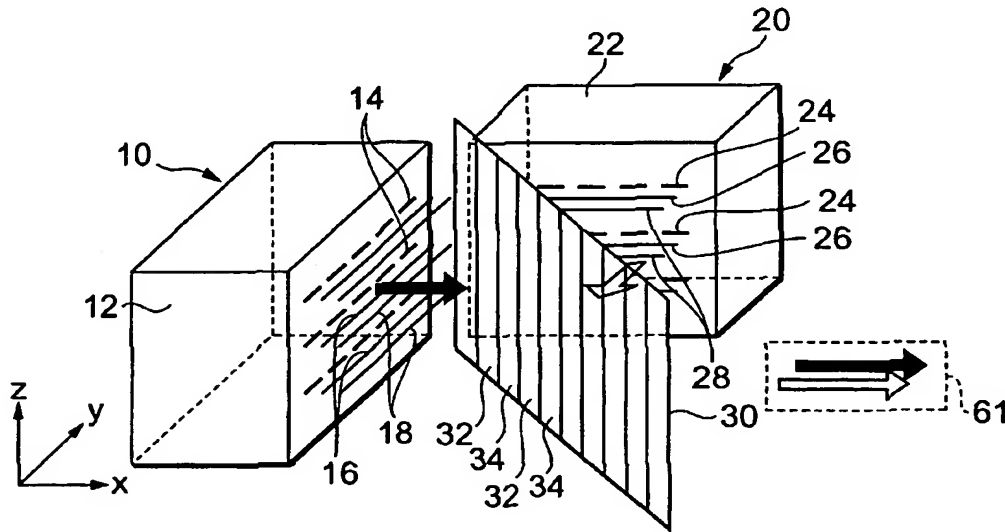
(10) 国際公開番号
WO 2004/021068 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G02B 27/09, 27/10 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010963 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鄭 宇進
(22) 国際出願日: 2003 年 8 月 28 日 (28.08.2003) (ZHENG, Yujin) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松
(25) 国際出願の言語: 日本語 市 市野町 1126 番地の 1 浜松ホトニクス株式会
(26) 国際公開の言語: 日本語 社内 Shizuoka (JP). 宮島 博文 (MIYAJIMA, Hirofumi)
(30) 優先権データ: 特願 2002-253852 2002 年 8 月 30 日 (30.08.2002) JP [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市 市野町 1126 番地
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 浜松ホトニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市 市野町 1126 番地の 1 浜松ホトニクス株式会
(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA, Yoshiki et al.); 〒104-0061 東京都 中央区 銀座一丁目 10 番 6 号 銀座
ファーストビル 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
Shizuoka (JP).

[続葉有]

(54) Title: CONDENSER

(54) 発明の名称: 集光装置



(57) Abstract: A condenser comprising a plurality of light sources (10, 20), and a light synthesizing element (30). These light sources (10, 20) comprise semiconductor laser array stacks (12, 22), collimator lenses (16, 26), and beam converters (18, 28), respectively. Since the light synthesizing element (30) synthesizes a beam from the stack (12) and a beam from the stack (22), a laser beam having a high light density is created. The transmitting part (32) and the reflecting part (34) of the light synthesizing element (30) preferably have a stripe shape elongated in the stacking direction of the stacks (12, 22). Even if a plurality of active layers (14, 24) have a positional shift, beams emitted from the active layers (14, 24) are received appropriately by the light synthesizing element (30) and synthesized.

(57) 要約: 集光装置は、複数の光源 (10、20) と、合光素子 (30) を有する。これらの光源 (10、20) は、それぞれ半導体レーザアレイスタック (12、22)、コリメータレン

[続葉有]



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

ズ (16、26)、およびビームコンバータ (18、28) を有する。合光素子 (30) がスタック (12) からのビームとスタック (22) からのビームを合成するので、高い光密度のレーザビームが生成される。合光素子 (30) の透過部 (32) および反射部 (34) は、好ましくは、スタック (12、22) の積層方向に沿って細長い帯状である、この場合、複数の活性層 (14、24) が位置ズレを有していても、活性層 (14、24) から放出されたビームが合光素子 30 によって適切に受光され、合成される。

明細書

集光装置

技術分野

本発明は、高い光密度のレーザビームを生成する集光装置に関するものである。

背景技術

高出力のレーザ素子として、半導体レーザアレイスタックが知られている。特開平 9-181376 号公報および特開 2002-9385 号公報には、半導体レーザアレイスタックの例が記載されている。

図 2 は、半導体レーザアレイスタックの一例を示す斜視図である。図 3 は、半導体レーザアレイの前端面（光出力面）を示す図である。図 2 に示されるように、半導体レーザアレイスタック 12 は、複数の半導体レーザアレイ 11 と複数のヒートシンク 13 とが交互に配置された構造を有している。ヒートシンク 13 は、レーザアレイ 11 を冷却する。図 3 に示されるように、レーザアレイ 11 では、複数の活性層 14 が水平方向に沿って配置されている。

レーザアレイスタック 12 では、レーザアレイ 11 が垂直方向に積層される結果、複数の活性層 14 が行列状に配置される。各活性層 14 は、レーザ光を放出する。これらの活性層 14 から放出されるレーザ光は、一つのビームを形成する。活性層 14 を高い密度で配置することにより、高い光密度のビームが得られる。しかし、近年では、光密度のさらなる向上が要望されている。

発明の開示

この発明は、極めて高い光密度のレーザビームを生成できる集光装置を提供することを課題とする。

この発明に係る集光装置は、第 1 の光源と、第 2 の光源と、第 1 の合光素子とを備えている。第 1 の光源は、第 1 の半導体レーザアレイスタック、第 1 のコリメータレンズ、および第 1 のビームコンバータを有する。第 1 のレーザアレイス

タックでは、第1の方向に沿って並列に配列された複数の活性層を有する半導体レーザアレイが、第1の方向と垂直な方向に複数個積層されている。第1のコリメータレンズは、複数の活性層から放出された複数のビームを第1の方向と垂直な面内でコリメートする。第1のビームコンバータは、第1のコリメータレンズによってコリメートされたビームを受光し、そのビームの横断面をほぼ90°回転させる。第2の光源は、第2の半導体レーザアレイスタック、第2のコリメータレンズ、および第2のビームコンバータを有する。第2のレーザアレイスタックでは、第2の方向に沿って並列に配列された複数の活性層を有する半導体レーザアレイが、第2の方向と垂直な方向に複数個積層されている。第2のコリメータレンズは、複数の活性層から放出された複数のビームを第2の方向と垂直な面内でコリメートする。第2のビームコンバータは、第2のコリメータレンズによってコリメートされたビームを受光し、そのビームの横断面をほぼ90°回転させる。ここで、ビームの横断面とは、そのビームの中心軸に実質的に垂直な断面をいう。第1の合光素子は、第1の光源からのビームと第2の光源からのビームとを合成する。第1の合光素子は、第1のビームコンバータから放出されたビームを受光して透過させる透過部と、第2のビームコンバータから放出されたビームを受光して反射する反射部とを有している。第1の合光素子は、透過部を透過したビームと反射部によって反射されたビームとを合成する。

第1のレーザアレイスタックからのビームと第2のレーザアレイスタックからのビームは、合光素子を用いて合成される。これにより、高い光密度のレーザビームが生成される。レーザアレイスタックの活性層から放出されたビームは、コリメータレンズの屈折作用によって、活性層の配列方向と垂直な面内でのビームの拡がりが増えらる。ビームコンバータによってビームの横断面がほぼ90°回転させられると、ビームの拡がりが増えらる活性層の配列方向において抑えらるることになる。これにより、ビームの横断面は、半導体レーザアレイの積層方向に長く活性層の配列方向に短い形状となる。このため、合光素子の透過部および反射部

がレーザアレイの積層方向に沿って細長い帯状であれば、活性層が位置ズレを有していても、活性層から放出されたビームが合光素子によって適切に受光される。

この発明は、以下の詳細な説明および添付図面から、より十分に理解されるようになる。添付図面は、単なる例示に過ぎない。したがって、添付図面がこの発明を限定するものと考えるべきではない。

この発明のさらなる適用範囲は、以下の詳細な説明から明らかになる。しかし、この詳細な説明および特定の例は、この発明の好適な形態を示してはいるが、単なる例示に過ぎない。この発明の趣旨と範囲内における様々な変形および変更が、この詳細な説明から当業者には明らかになるからである。

図面の簡単な説明

図 1 は、第 1 の実施形態に係る集光装置を示す概略斜視図である。

図 2 は、第 1 の実施形態で用いる半導体レーザアレイスタックの斜視図である。

図 3 は、第 1 の実施形態に係る集光装置で用いる半導体レーザアレイの前端面（光出力面）を示している。

図 4 は、半導体レーザアレイの活性層の前端面を示している。

図 5 A および図 5 B は、半導体レーザアレイから放出されたビームの拡がり角を示している。

図 6 は、第 1 の実施形態で用いるシリンドリカルレンズの斜視図である。

図 7 は、第 1 の実施形態で用いるビームコンバータの斜視図である。

図 8 は、第 1 の実施形態で用いる合光素子の平面図である。

図 9 A ～図 9 C は、第 1 の実施形態におけるビームの横断面を示す図である。

図 10 A ～図 10 C は、第 1 の実施形態におけるビームの合成を表す図である。

図 11 A ～図 11 C は、活性層が垂直方向の位置ズレを有する場合におけるビ

ームの合成を表している。

図 1 2 A～図 1 2 C は、活性層が水平方向の位置ズレを有する場合におけるビームの合成を表している。

図 1 3 は、第 2 の実施形態に係る集光装置を示す概略平面図である。

5 図 1 4 A～図 1 4 E は、第 2 の実施形態におけるビームの合成を表している。

図 1 5 は、本発明の集光装置に使用される合光素子の他の例を示している。

発明を実施するための最良の形態

以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

10 第 1 実施形態

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る集光装置を示す概略斜視図である。この集光装置は、第 1 の光源 1 0、第 2 の光源 2 0 および合光素子 3 0 から構成されている。

15 第 1 の光源 1 0 は、一つの半導体レーザアレイスタック 1 2 と、複数のコリメータレンズ 1 6 と、複数のビームコンバータ 1 8 とから構成されている。これらは相互に光学的に結合されている。

20 図 2 は、半導体レーザアレイスタックを示す斜視図である。レーザアレイスタック 1 2 は、図 2 に示すように、複数の半導体レーザアレイ 1 1 と複数のヒートシンク 1 3 とが z 方向に沿って交互に配置された構造を有している。なお、図 1 および図 2 における x 軸、y 軸および z 軸は、レーザアレイ 1 1 の縦方向、水平方向および垂直方向をそれぞれ示している。

25 図 3 は、レーザアレイ 1 1 の前端面（光出力面）を示している。図 4 は、活性層 1 4 の前端面を示している。各レーザアレイ 1 1 は、複数の活性層 1 4 を有している。レーザアレイ 1 1 の活性層 1 4 は、幅 1 c m の中に 3 0 0 μ m ～ 5 0 0 μ m の間隔で y 方向に沿って一列に並べられている。図面の簡単のため、これらの図では 5 本の活性層 1 4 が描かれているが、実際には、より多数の活性層 1 4

が並べられている。各活性層 1 4 の断面は、 $100\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ の幅と $1\mu\text{m}$ の厚さを有している。

図 5 A および図 5 B は、レーザアレイから放出されたビームの拡がり角を示している。また、これらの図において番号 1 5 は、ビームの中心軸を示している。

5 この活性層 1 4 から放出されるビームの拡がり角は、図 5 に示されるように、活性層 1 4 の厚み方向、すなわち垂直方向 (z 方向) で $30^\circ\sim 40^\circ$ であり、活性層 1 4 の幅方向、すなわち水平方向 (y 方向) で $8^\circ\sim 10^\circ$ である。

10 ヒートシンク 1 3 は、レーザアレイ 1 1 を冷却する。ヒートシンク 1 3 は、複数の銅製の平板状部材を組み合わせて形成した冷却水路を有している。冷却水は、この冷却水路内を循環する。

図 6 は、コリメータレンズ 1 6 の一例としてのシリンドリカルレンズを示す斜視図である。シリンドリカルレンズ 1 6 は、互いに対向する入力面 1 6 0 および出力面 1 6 1 を有する。入力面 1 6 0 は x 方向に垂直な平坦面であり、出力面 1 6 1 は y 方向に沿った母線をもつ円柱面である。シリンドリカルレンズ 1 6 は、
15 母線方向を含む面内では屈折作用を有しないが、母線に垂直な面内では屈折作用を有している。図 6 に示すように、母線方向、すなわち y 方向の長さは 12mm であり、x 方向の長さは 0.4mm 、z 方向の長さは 0.6mm である。このように、シリンドリカルレンズ 1 6 は y 方向に沿って細長い。y 方向の長さは、入力面 1 6 0 がレーザアレイ 1 1 のすべての活性層 1 4 を覆う程度に大きい。この
20 ため、これらの活性層 1 4 から放出されたビームは、すべてシリンドリカルレンズ 1 6 に入射する。

上述のように、活性層 1 4 から放出されるビームの垂直方向の拡がり角が大きいので、集光効率を高めるためにはビームの拡がりを抑える必要がある。そこで、シリンドリカルレンズ 1 6 を、その出力面 1 6 1 の母線と半導体レーザアレイ
25 1 1 の垂直方向 (z 方向) とが直交するように設置する。これにより、活性層 1 4 から放出されたビームを垂直方向でコリメート、すなわちシリンドリカルレン

ズ16の母線に垂直な面内でコリメートすることができる。すなわち、コリメータレンズ16は、各活性層14から放出されたビームの垂直方向（z方向）の成分をコリメートする。コリメートを効率的に行うために、シリンドリカルレンズ16は活性層14と近接させて配置される。このため、コリメータレンズ16は、
5 レーザアレイ11と1対1に対応している。すなわち、コリメータレンズ16の設置数は、レーザアレイ11の数に等しい。各コリメータレンズ16は、それぞれ一つのレーザアレイ11と対向するように配置されている。したがって、一つのレーザアレイ11の活性層14から放出されるビームは、すべて一つのコリメータレンズ16に入射する。

図7は、ビームコンバータ18の一例を示す斜視図である。ビームコンバータ18は、ガラス、石英等の透光性材料からなる。x方向の長さは1.5mm、y方向の長さは1.2mm、z方向の長さは1.5mmである。ビームコンバータ18は、y方向に沿って細長い形状をしている。ビームコンバータ18は、互いに
10 対向する入力面180と出力面181を有している。入力面180は、並列した複数の斜円柱面を有している。各斜円柱面の幅は0.5mmである。これらの斜円柱面は、y方向に対して45°の角度で延びている。これらの斜円柱面の数は、活性層14の数に等しい。すなわち、これらの斜円柱面は活性層14と一対一に対応している。出力面181も同様に、並列した幅0.5mmの複数の斜円柱面を有している。これらの斜円柱面も、y方向に対して45°の角度で延びてお
15 り、活性層14と一対一に対応している。したがって、一つのレーザアレイ11の各活性層14から放出されるビームは、すべて対応する一つのビームコンバータ18に入射する。

ビームコンバータ18は、コリメータレンズ16でコリメートされたビームの横断面をほぼ90°回転させる。このため、ビームコンバータ18は、シリンド
20 リカルレンズ16と1対1に対応させて配置する。すなわち、各ビームコンバータ18は、それぞれ一つのコリメータレンズ16と対向するよう配置される。し

たがって、一つのシリンドリカルレンズ 16 から放出されるすべてのビームは、対応する一つのビームコンバータ 18 に入射する。

5 なお、本発明で使用されるビームコンバータは、図 5 に示されるものに限られない。例えば、ビームコンバータの他の例は、特許第 3071360 号公報に記載されている。

10 第 2 の光源 20 は、第 1 の光源 10 と同様に、一つのレーザアレイスタック 22 と、複数のシリンドリカルレンズ 26 と、複数のビームコンバータ 28 とから構成されている。これらは、相互に光学的に結合されている。レーザアレイスタック 22、シリンドリカルレンズ 26 およびビームコンバータ 28 の構成は、それぞれレーザアレイスタック 12、シリンドリカルレンズ 16 およびビームコンバータ 18 と同じであるため、詳細な説明は省略する。但し、第 2 の光源 20 の向きは、第 1 の光源 10 の向きと異なっている。具体的には、レーザアレイスタック 12 を構成するレーザアレイ 11 は、y 方向に沿って並列に配列された複数の活性層 14 を有している。これに対し、レーザアレイスタック 22 を構成する
15 レーザアレイ 21 は、x 方向に沿って並列に配列された複数の活性層 24 を有している。シリンドリカルレンズ 26 は、レーザアレイ 21 の活性層 24 に対応して x 方向に沿って配置されている。ビームコンバータ 28 も同様に、レーザアレイ 21 の活性層 24 に対応して x 方向に沿って配置されている。

20 図 8 は、合光素子 30 を示す平面図である。合光素子 30 は、交互に配置された複数の透過部 32 と複数の反射部 34 とを有する平板から構成されている。透過部 32 および反射部 34 の各々は、同一寸法の帯状である。透過部 32 および反射部 34 は、レーザアレイ 11 および 21 の積層方向（垂直方向）に沿って細長い長方形である。より具体的に述べると、透過部 32 および反射部 34 は、光透過部材からなる一つの平板上に形成されており、それぞれ z 方向に延びる細長いストライプ形状として交互に並列配置されている。透過部 32 は、第 1 のビームコンバータ 18 から放出されたビームを受光する。透過部 32 の表面には、光
25

透過性薄膜が形成されている。一方、反射部 3 4 は、第 2 のビームコンバータ 2 8 から放出されたビームを受光する。反射部 3 4 の表面には、光反射性薄膜が形成されている。

5 合光素子 3 0 は、第 1 の光源 1 0 の活性層 1 4 から放出されるビームの中心軸 1 5 に対して、 45° の角度で傾斜している。合光素子 3 0 は、第 2 の光源 2 0 の活性層 2 4 から放出されるビームの中心軸 1 5 に対しても同様に、 45° の角度で傾斜している。合光素子 3 0 の表面は、第 1 の光源 1 0 と対向しており、合光素子 3 0 の裏面は、第 2 の光源 2 0 と対向している。

10 一つの透過部 3 2 は、第 1 の光源 1 0 のレーザアレイスタック 1 2 の行列状に配置された活性層 1 4 の一つの列に対応している。各列の活性層 1 4 から放出されるすべてのビームは、対応する一つの透過部 3 2 に入射する。一方、一つの反射部 3 4 は、第 2 の光源 2 0 のレーザアレイスタック 2 2 の行列状に配置された活性層 2 4 の一つの列に対応している。各列の活性層 2 4 から放出されるすべてのビームは、対応する一つの反射部 3 4 に入射する。このため、第 1 の光源 1 0
15 の活性層 1 4 から放出されたビームは、すべて合光素子 3 0 の透過部 3 2 を透過する。一方、第 2 の光源 2 0 の活性層 2 4 から放出されたビームは、すべて合光素子 3 0 の反射部 3 4 によって反射される。その結果、それぞれのビームは、合光素子 3 0 の裏面側で同一方向に進行する。図 1 に示されるように、これらのビームは混ざり合って一つの合成ビーム 6 1 となる。

20 次に、図 9 A ~ 図 9 C および図 1 0 A ~ 図 1 0 C を参照しながら、本実施形態に係る集光装置の作用を説明する。ここで、図 9 A は、活性層 1 4 および 2 4 で生成されたレーザビームの出射時の横断面、すなわち出射パターンを示している。図 9 B は、活性層 1 4 および 2 4 から放出されたビームがシリンドリカルレンズ 1 6 および 2 6 を通過した後の当該ビームの横断面を示している。図 9 C は、
25 シリンドリカルレンズ 1 6 および 2 6 を通過したビームがビームコンバータ 1 8 および 2 8 を通過した後の当該ビームの横断面を示している。図 1 0 A は、第 1

の光源 10 から放出され合光素子 30 を透過したビームの中心軸 15 に対して垂直な横断面図である。図 10 B は、第 2 の光源 20 から放出され合光素子 30 で反射されたビームの中心軸 15 に対して垂直な横断面図である。図 10 C は、第 1 の光源 10 からのビームと第 2 の光源 20 からのビームとの合成ビーム 61 の中心軸に対して垂直な横断面図である。図 10 A ~ 図 10 C における二点鎖線は、合光素子 30 を示す。

図 4 に示されるように、活性層 14 および 24 の横断面の垂直方向の長さは、水平方向の長さの 100 分の 1 以下である。したがって、図 9 A に示されるように、活性層 14 および 24 から放出される際、ビームの横断面は水平方向に細長い。活性層 14 および 24 から放出されたビームがシリンドリカルレンズ 16 および 26 に到達するまでに多少拡散しても、そのビームの横断面の垂直方向の長さは水平方向の長さの 1.5 分の 1 以下に抑えることができる。すなわち、シリンドリカルレンズ 16 および 26 に入射するビームの横断面も、水平方向に細長い形状を有している。

このビームは、シリンドリカルレンズ 16 および 26 を透過すると、シリンドリカルレンズ 16 および 26 の母線方向と垂直な面内で屈折作用を受ける。この結果、図 9 B に示すように、ビームの垂直方向成分がコリメートされる。一方、ビームの水平方向成分は屈折作用を受けないため、ビームの水平方向の拡がり角に変化はない。

活性層 14 から放出されたビームは、第 1 のシリンドリカルレンズ 16 を透過した後、第 1 のビームコンバータ 18 に入射する。図 9 C に示すように、ビームコンバータ 18 は、そのビームの横断面をビームの中心軸 15 のまわりにほぼ 90°回転させる。これにより、垂直方向でコリメートされたビームは、水平方向でコリメートされたビームへ変換される。この結果、ビームは水平方向で拡がらなくなる。ビームの横断面は、垂直方向に長く水平方向に短い形状となる。

第 2 の光源 20 の活性層 24 から放出されたビームも、第 1 の光源と同様に、

第2のシリンドリカルレンズ26を透過するとその垂直方向成分がコリメートされる。このビームは第2のビームコンバータ28を透過すると、水平方向でコリメートされたビームへ変換される。この結果、第2の光源20においても、ビームは水平方向で拡がらなくなる。ビームコンバータ18と同様に、ビームコンバータ28から放出されるビームの横断面も垂直方向に長く水平方向に短い形状となる。

ビームコンバータ18および28から放出されるビームは、合光素子30の透過部32および反射部34にそれぞれ向かう。透過部32および反射部34は、それぞれ垂直方向に細長い形状を有している。各活性層14、24から透過部32または反射部34へ向かうビームの幅は、透過部32および反射部34のそれぞれの幅よりも十分に狭い。このため、各活性層14および24から放出されたビームは、合光素子30の透過部32および反射部34の幅の範囲内で受光される。レーザアレイスタック12および22では、活性層14および24が水平方向および垂直方向に沿って行列状に配列されている。図10Aに示すように、各列の活性層14から放出されたビームは、対応する各透過部32を透過する。一方、図10Bに示すように、各列の活性層24から放出されたビームは、対応する各反射部34で反射される。透過部32を透過したビームと反射部34によって反射されたビームは、一つの合成ビーム61を形成する。図10Cに示すように、合成ビーム61の光密度は、第1の光源10から放出されるビームの光密度と第2の光源20から放出されるビームの光密度とを加算したものとなる。レーザアレイスタック12および22からの高い光密度のビームが合成されるので、極めて高い光密度のビームを得ることができる。

上記の説明では、すべての活性層14および24が所定の位置に配置されているものと想定している。しかし、実際には、レーザアレイスタック12および22の組み立てにおいてレーザアレイ11および21を積層する際に、活性層14および24が所定の位置からずれることがある。本実施形態は、このような場合

でも光密度を損なわずに合成ビーム 6 1 を形成できる。以下では、この点について説明する。

レーザアレイ 1 1 および 2 1 は、半導体工程で精密に製造されるので、個々のレーザアレイ 1 1 および 2 1 において活性層 1 4 および 2 4 の水平方向の間隔の誤差は非常に小さい。しかし、レーザアレイスタック 1 2 および 2 2 の組み立ては機械的な工程によって行われるので、レーザアレイ 1 1 および 2 1 の積層間隔が不均一となる可能性がある。この場合、活性層 1 4 および 2 4 の位置が、所定の位置から垂直方向にずれることになる。この位置ズレは、通常 5 0 μ m 程度である。

以下では、図 1 1 A ~ 図 1 1 C を参照しながら、レーザアレイスタック 2 2 において垂直方向の位置ズレが生じた場合における本実施形態の集光装置の作用を説明する。なお、レーザアレイスタック 1 2 は位置ズレを有していないものとする。図 1 1 A は、第 1 の光源 1 0 から放出され合光素子 3 0 を透過したビームの中心軸 1 5 に対して垂直な横断面図である。図 1 1 B は、第 2 の光源 2 0 から放出され合光素子 3 0 で反射されたビームの中心軸 1 5 に対して垂直な横断面図である。図 1 1 C は、第 1 の光源 1 0 からのビームと第 2 の光源 2 0 からのビームとの合成ビーム 6 1 の中心軸に対して垂直な横断面図である。図 1 1 A ~ 図 1 1 C における二点鎖線は、合光素子 3 0 を示す。

レーザアレイスタック 2 2 では、2 番目に積層したレーザアレイ 2 1 が所定の位置より垂直方向にずれている。このため、図 1 1 B に示されるように、上の 2 行のビームが垂直方向にずれている。しかし、反射部 3 4 が垂直方向に細長い形状を有しているので、このような位置ズレがあっても、ビームは反射部 3 4 に入射することができる。この結果、図 1 1 C に示されるように、第 1 の光源 1 0 からのビームと第 2 の光源 2 0 からのビームを適切に合成でき、高い光密度を得ることができる。

上記の説明は、活性層が垂直方向の位置ズレを有していることを想定している

。実際、ほとんどの場合、活性層の位置ズレは垂直方向に限られている。しかし、レーザアレイスタック 1 2、2 2 の組み立ての際に、活性層 1 4、2 4 が所定の位置から水平方向にわずかにずれる可能性もある。

以下では、図 1 2 A～図 1 2 C を参照しながら、レーザアレイスタック 1 2 において水平方向の位置ズレが生じた場合における本実施形態の集光装置の作用を説明する。なお、レーザアレイスタック 2 2 は位置ズレを有していないものとする。図 1 2 A は、第 1 の光源 1 0 から放出され合光素子 3 0 を透過したビームの中心軸 1 5 に対して垂直な横断面図である。図 1 2 B は、第 2 の光源 2 0 から放出され合光素子 3 0 で反射されたビームの中心軸 1 5 に対して垂直な横断面図である。図 1 2 C は、第 1 の光源 1 0 からのビームと第 2 の光源 2 0 からのビームとの合成ビーム 6 1 の中心軸に対して垂直な横断面図である。図 1 2 A～図 1 2 C における二点鎖線は、合光素子 3 0 を示す。

レーザアレイスタック 1 2 では、2 番目に積層したレーザアレイ 1 1 が水平方向の位置ズレを有している。このため、図 1 2 A に示されるように、第 2 行のビームが右にずれている。しかし、このような位置ズレがあっても、ビームは透過部 3 2 に入射することができる。活性層 1 4 から透過部 3 2 に入射するビームの横断面は、ビームコンバータ 1 8 の作用により、垂直方向に長く水平方向に短い形状となっている。このビームの幅は、透過部 3 2 の幅よりも極めて狭い。このため、活性層 1 4 が水平方向に多少の位置ズレを有していても、透過部 3 2 は活性層 1 4 からのビームを受光することができる。この結果、図 1 2 C に示されるように、第 1 の光源 1 0 からのビームと第 2 の光源 2 0 からのビームを適切に合成できる。

以上、詳細に説明したように、本実施形態に係る集光装置は、2 つの半導体レーザアレイスタック 1 2 および 2 2 からのビームを合光素子 3 0 を用いて合成するので、極めて高い光密度のレーザビームを生成できる。合光素子 3 0 の透過部 3 2 と反射部 3 4 とは垂直方向に細長い形状を有しているので、活性層 1 4 およ

び 2 4 が垂直方向の位置ズレを有していても適切にビームを合成できる。

第 2 実施形態

以下では、本発明の第 2 の実施形態について説明する。図 1 3 は、本実施形態に係る集光装置の概略平面図である。第 1 の実施形態は、2 つの光源と 1 枚の合光素子とから構成されているのに対し、本実施形態は、3 つの光源と 2 枚の合光素子とから構成されている。第 1 の実施形態は、2 つの光源から放出されたビームを合成するのにに対し、本実施形態は、3 つの光源から放出されたビームを合成する。

本実施形態に係る集光装置は、第 1 の光源 1 0、第 2 の光源 2 0、第 3 の光源 4 0、第 1 の合光素子 3 0 および第 2 の合光素子 5 0 から構成されている。第 1 の光源 1 0、第 2 の光源 2 0 および第 1 の合光素子 3 0 の構成および配置は、第 1 実施形態に関して説明した通りである。

第 3 の光源 4 0 は、第 1 および第 2 の光源 1 0 および 2 0 と同様に、一つの半導体レーザアレイスタック 4 2 と、複数のコリメータレンズ 4 6 と、複数のビームコンバータ 4 8 とから構成されている。これらは、相互に光学的に結合されている。レーザアレイスタック 4 2、コリメータレンズ 4 6 およびビームコンバータ 4 8 の構成は、それぞれ半導体レーザアレイスタック 1 2 および 2 2、コリメータレンズ 1 6 および 2 6 およびビームコンバータ 1 8 および 2 8 と同じである。レーザアレイスタック 4 2 は、図 2 に示すように、複数の半導体レーザアレイ 4 1 と複数のヒートシンク 4 3 とが z 方向に沿って交互に配置された構造を有している。レーザアレイ 4 1 は、複数の活性層 4 4 を有している。ヒートシンク 4 3 は、レーザアレイ 4 1 を冷却する。

コリメータレンズ 4 6 は、各活性層 4 4 から放出されたビームの垂直方向の成分をコリメートする。コリメータレンズ 4 6 は、コリメートを効率的に行うために、レーザアレイ 4 1 と 1 対 1 に対応している。コリメータレンズ 4 6 の設置数は、レーザアレイ 4 1 の数に等しい。各コリメータレンズ 4 6 は、それぞれ一つ

のレーザアレイ 4 1 と対向するように設置されている。したがって、一つのレーザアレイ 4 1 の活性層 4 4 から放出されるビームは、すべて一つのコリメータレンズ 4 6 に入射する。

5 ビームコンバータ 4 8 は、互いに対向する入力面と出力面とを有している。入力面と出力面とは、それぞれ複数の円柱面を有している。これら円柱面の数は、レーザアレイ 4 1 の活性層 4 4 の数に等しい。すなわち、これら円柱面は活性層 4 4 と 1 対 1 に対応している。したがって、一つのレーザアレイ 4 1 の各活性層 4 4 から放出されるビームは、すべて対応する一つのビームコンバータ 4 8 に入射する。

10 ビームコンバータ 4 8 は、コリメータレンズ 4 6 によってコリメートされたビームの横断面をほぼ 90°回転させる。ビームコンバータ 4 8 も、レーザアレイ 4 1 から放出されたビームの光路を効率良く変換するため、レーザアレイ 4 1 と 1 対 1 に対応している。すなわち、ビームコンバータ 4 8 の設置数もレーザアレイ 4 1 の数に等しい。各ビームコンバータ 4 8 は、それぞれ一つのコリメータレンズ 4 6 と対向するように設置されている。したがって、一つのシリンドリカル
15 レンズ 4 6 から放出されるすべてのビームは、対応する一つのビームコンバータ 4 8 に入射する。

第 3 の光源 4 0 の向きは、第 2 の光源 2 0 の向きと同じであり、第 1 の光源 1 0 の向きとは異なっている。第 1 の光源 1 0 におけるレーザアレイ 1 1 は、y 方向に沿って並列に配列された複数の活性層 1 4 を有しているのに対し、第 2 およ
20 び第 3 の光源 2 0 および 4 0 におけるレーザアレイ 2 1 および 4 1 は、x 方向に沿って並列に配列された複数の活性層 2 4 および 4 4 を有している。このため、シリンドリカルレンズ 4 6 は、半導体レーザアレイ 4 1 の活性層 4 4 に対応して x 方向に沿って配置されている。ビームコンバータ 4 8 も同様に、x 方向に沿って配置されている。
25

第 1 実施形態で説明したように、第 1 の光源 1 0 から放出されたビームは、第

1の合光素子30の透過部を透過する。一方、第2の光源20から放出されたビームは、第1の合光素子30の反射部によって反射される。その結果、それぞれのビームは、第1の合光素子30の裏面側で同一方向に進行する。図13に示すように、これらのビームは混ざり合っ、一つの合成ビーム61となる。

5 第2の合光素子50は、第1の合光素子30と同様の構成を有している。すなわち、第2の合光素子50は、複数の透過部と複数の反射部とが交互に並べられた平板から構成されている。透過部および反射部は、半導体レーザアレイの積層方向（垂直方向）に沿って細長い長方形である。より具体的に述べると、透過部および反射部は、光透過部材からなる一つの平板上に形成されており、それぞれ
10 z方向に延びる細長いストライプ形状として交互に並列配置されている。第2の合光素子80の透過部は、第1の合光素子30から放出された合成ビーム61を受光する。一方、第2の合光素子50の反射部は、ビームコンバータ48から放出されたビームを受光する。第2の合光素子50は、合成ビーム61の中心軸に対して、45°の角度で傾斜している。第2の合光素子50は、第3の光源40
15 の活性層64から出射するビームの中心軸に対しても同様に、45°の角度で傾斜している。第2の合光素子50の表面は、第1の合光素子30と対向しており、第2の合光素子50の裏面は、第3の光源40と対向している。第2の合光素子50の一つの反射部は、第3の光源40の行列状に配置された活性層44の一つの列に対応している。各列の活性層44から放出されるすべてビームは、対応
20 する一つの反射部に入射する。

合成ビーム61は、第2の合光素子50の透過部を透過する。一方、第3の光源40から放出されたビームは、第2の合光素子50の反射部によって反射される。その結果、それぞれのビームは、第2の合光素子50の裏側で同一方向に進行する。図13に示されるように、これらのビームは混ざり合っ、一つの合成
25 ビーム65となる。

次に、図14A～図14Eを参照しながら、本実施形態に係る集光装置の作用

効果について説明する。図 1 4 A は、第 1 の光源 1 0 から放出され合光素子 3 0 を透過したビームの中心軸 1 5 に対して垂直な横断面図である。図 1 4 B は、第 2 の光源 2 0 から放出され合光素子 3 0 で反射されたビームの中心軸 1 5 に対して垂直な横断面図である。図 1 4 C は、第 3 の光源 4 0 から放出され合光素子 5 0 で反射されたビームの中心軸 1 5 に対して垂直な横断面図である。図 1 4 D は、第 1 の光源 1 0 からのビームと第 2 の光源 2 0 からのビームとの合成ビーム 6 1 の中心軸に対して垂直な横断面図である。図 1 4 E は、合成ビーム 6 1 と第 3 の光源 4 0 から放出されたビームとの合成ビーム 6 5 の中心軸に対して垂直な横断面図である。図 1 4 A ~ 図 1 4 E における二点鎖線は、合光素子 3 0 および 5 0 を示す。

第 1 の実施形態で説明したように、透過部 3 2 を透過したビーム（図 1 4 A を参照）と反射部 3 4 によって反射されたビーム（図 1 4 B を参照）は、一つの合成ビーム 6 1 を形成する（図 1 4 D を参照）。合成ビーム 6 1 は、第 2 の合光素子 5 0 の透過部を透過する。

一方、第 3 の光源 4 0 のビームコンバータ 4 8 から放出されたビームは、第 2 の合光素子 5 0 の反射部によって反射される。レーザアレイスタック 4 2 の行列状に配置された活性層 4 4 の各列から放出されたビームは、対応する反射部によって反射される（図 1 4 C を参照）。透過部を透過した合成ビーム 6 1 と反射部によって反射されたビームは、一つの合成ビーム 6 5 を形成する。合成ビーム 6 5 の光密度は、上述の第 1 の光源 1 0 から放出されるビームの光密度と第 2 の光源 2 0 から放出されるビームの光密度とを加算したものに、さらに第 3 の光源 4 0 から放出されるビームの光密度を加算したものとなる（図 1 4 E を参照）。このように、半導体レーザアレイスタック 1 2、2 2 および 4 2 からの高い光密度のビームが合成されるので、光密度を極めて高くすることができる。

レーザアレイスタック 1 2、2 2 または 4 4 に位置ズレが生じている可能性がある。しかし、第 1 の実施形態と同様に、第 2 の合光素子 5 0 も垂直方向に細長

い透過部および反射部を有している。このため、レーザアレイスタックに位置ずれが生じていても光密度を損なわずに合成ビーム 6 5 を形成できる。

以上、本発明をその実施形態に基づいて詳細に説明した。しかし、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で
5 様々な変形が可能である。

上記実施形態では、コリメータレンズの一例としてシリンドリカルレンズを挙げたが、この代わりにガラスファイバレンズ、セルフオックレンズ等を使用しても良い。また、本発明は、4 つ以上の光源を用いる集光装置であってもよい。

上記の合光素子 3 0 および 5 0 では、帯状の平面形状を有する透過部 3 2 と反
10 射部 3 4 とが交互に配置されている。このような合光素子の代わりに、図 1 5 に示されるような合光素子 7 0 を用いてもよい。合光素子 7 0 は、行列状に配置された長方形の透過部 7 2 と、透過部 7 2 の間に配置された格子状の反射部 7 4 とを有している。なお、反射部 7 4 の代わりに、透過部 7 2 を格子の形状とし、反射部 7 4 を長方形としてもよい。

第 2 の実施形態では、合成ビーム 6 1 に第 2 の合光素子 5 0 を透過させ、第 3
15 の光源 4 0 から放出されたビームを第 2 の合光素子 5 0 で反射して合成ビーム 6 5 を形成している。この代わりに、第 3 の光源 4 0 から放出されたビームに第 2 の合光素子 5 0 を透過させ、合成ビーム 6 1 を第 2 の合光素子 5 0 で反射して合成ビーム 6 5 を形成しても良い。この場合、第 2 の合光素子 5 0 の透過部は、第
20 3 のビームコンバータ 4 8 から放出されたビームを受光する。一方、第 2 の合光素子 5 0 の反射部は、合成ビーム 6 1 を受光する。

第 1 の実施形態では、第 1 の光源 1 0 および第 2 の光源 2 0 の一方のレーザアレイスタックにおいて位置ズレが生じた例を説明している。しかし、本発明では、2 以上のレーザアレイスタックに垂直方向および／または水平方向の位置ズレ
25 が生じた場合であっても、合成ビーム 6 1 を形成できる。

産業上の利用可能性

本発明の集光装置は、複数の半導体レーザアレイスタックから放出されたビームを合光素子を用いて適切に合成し、極めて高い光密度のレーザビームを生成することができる。したがって、本発明の集光装置は、高い光密度を要する固体レーザ励起、印刷、材料加工または医療の分野に好適に適用できる。

請求の範囲

1. 第1の光源と、第2の光源と、前記第1の光源からのビームと前記第2の光源からのビームとを合成する第1の合光素子と、を備える集光装置であって、

5 前記第1の光源は、第1の方向に沿って並列に配列された複数の活性層を有する半導体レーザアレイが前記第1の方向と垂直な方向に複数個積層された第1の半導体レーザアレイスタックと、前記複数の活性層から放出された複数のビームを前記第1の方向と垂直な面内でコリメートする第1のコリメータレンズと、前記第1のコリメータレンズによってコリメートされたビームを受光し、そのビームの横断面をほぼ90°回転させる第1のビームコンバータとを備えており、

10 前記第2の光源は、第2の方向に沿って並列に配列された複数の活性層を有する半導体レーザアレイが前記第2の方向と垂直な方向に複数個積層された第2の半導体レーザアレイスタックと、前記複数の活性層から放出された複数のビームを前記第2の方向と垂直な面内でコリメートする第2のコリメータレンズと、前記第2のコリメータレンズによってコリメートされたビームを受光し、そのビームの横断面をほぼ90°回転させる第2のビームコンバータとを備えており、

15 前記第1の合光素子は、前記第1のビームコンバータから放出されたビームを受光して透過させる透過部と、前記第2のビームコンバータから放出されたビームを受光して反射させる反射部とを有しており、前記透過部を透過したビームと前記反射部によって反射されたビームとを合成する、
20 集光装置。

2. 前記第1の合光素子の前記透過部および前記反射部は、ともに前記レーザアレイの積層方向に沿って細長い帯状であり、

25 前記第1の合光素子は、交互に配置された前記透過部および前記反射部を有する平板である、
請求の範囲第1項に記載の集光装置。

3. 前記第1の合光素子は、第1の光源の活性層から放出されるビームおよび第2の光源の活性層から放出されるビームの双方の中心軸に対して45度の角度で傾斜しており、

前記第1の合光素子の表面は、前記第1の光源と対向しており、

5 前記第1の合光素子の裏面は、前記第2の光源と対向している
請求の範囲第2項に記載の集光装置。

4. 第3の光源と、第2の合光素子と、をさらに備える請求の範囲第1項～第3項のいずれかに記載の集光装置であって、

10 前記第3の光源は、第3の方向に沿って並列に配列された複数の活性層を有する半導体レーザアレイが前記第3の方向と垂直な方向に複数個積層された第3の半導体レーザアレイスタックと、前記複数の活性層から放出された複数のビームを前記第3の方向と垂直な面内でコリメートする第3のコリメータレンズと、前記第3のコリメータレンズによってコリメートされたビームを受光し、そのビームの横断面をほぼ90°回転させる第3のビームコンバータとを備えており、

15 前記第2の合光素子は、前記第1の合光素子によって合成されたビームを受光して透過させる透過部と、前記第3のビームコンバータから放出されたビームを受光して反射する反射部とを有しており、前記透過部を透過したビームと前記反射部で反射されたビームとを合成する、
請求の範囲第1項～第3項のいずれかに記載の集光装置。

20 5. 第3の光源と、第2の合光素子と、をさらに備える請求の範囲第1項～第3項のいずれかに記載の集光装置であって、

前記第3の光源は、第3の方向に沿って並列に配列された複数の活性層を有する半導体レーザアレイが前記第3の方向と垂直な方向に複数個積層された第3の半導体レーザアレイスタックと、前記複数の活性層から放出された複数のビーム
25 を前記第3の方向と垂直な面内でコリメートする第3のコリメータレンズと、前記第3のコリメータレンズによってコリメートされたビームを受光し、そのビー

ムの横断面をほぼ90°回転させる第3のビームコンバータとを備えており、

前記第2の合光素子は、前記第3のビームコンバータから放出されたビームを受光して透過させる透過部と、前記第1の合光素子によって合成されたビームを受光して反射する反射部とを有しており、前記透過部を透過したビームと前記反射部で反射されたビームとを合成する、

請求の範囲第1項～第3項のいずれかに記載の集光装置。

6. 前記第2の合光素子の前記透過部および前記反射部は、ともに前記半導体レーザアレイの積層方向に沿って細長い帯状であり、

前記第2の合光素子は、交互に配置された前記透過部および前記反射部を有する平板である、

請求の範囲第4項または第5項に記載の集光装置。

7. 前記第2の合光素子は、第1の合光素子によって合成されるビームおよび第3の光源の活性層から放出されるビームの中心軸に対して45度の角度で傾斜しており、

前記第2の合光素子の表面は、前記第1の合光素子と対向しており、

前記第2の合光素子の裏面は、前記第3の光源と対向している、

請求の範囲第6項に記載の集光装置。

図 1

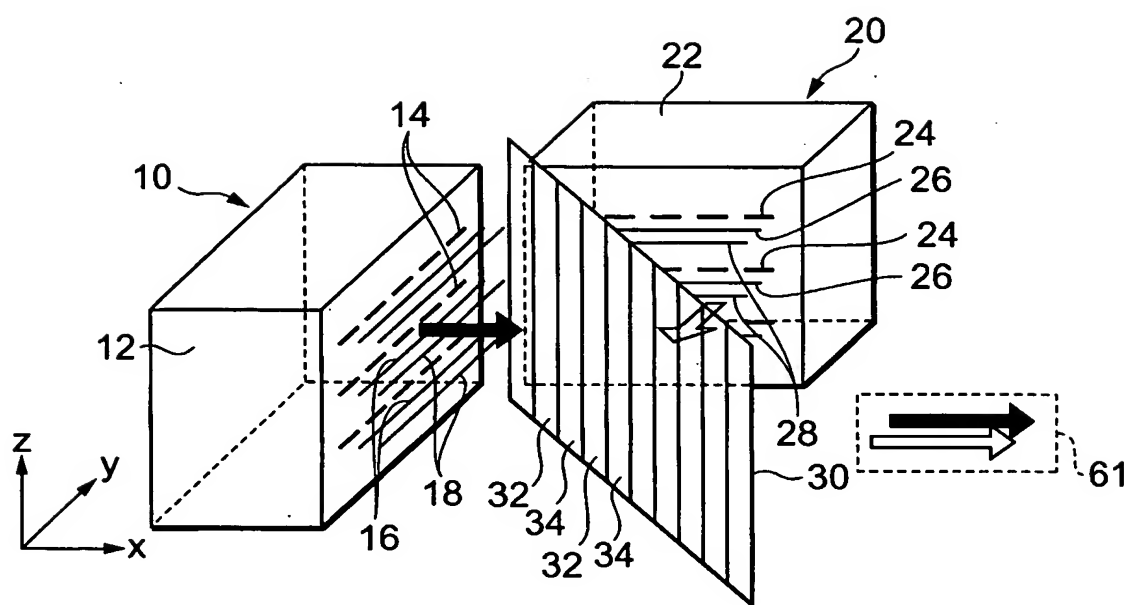


図2

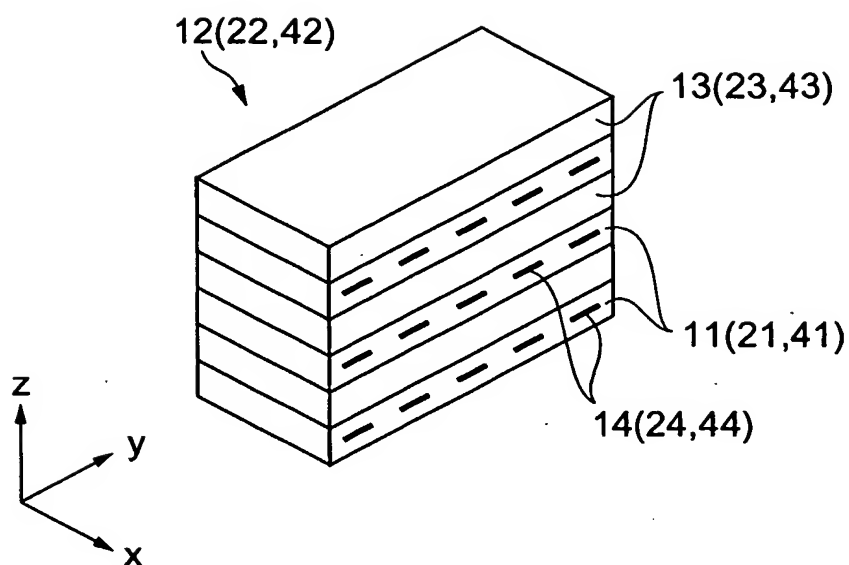


図3

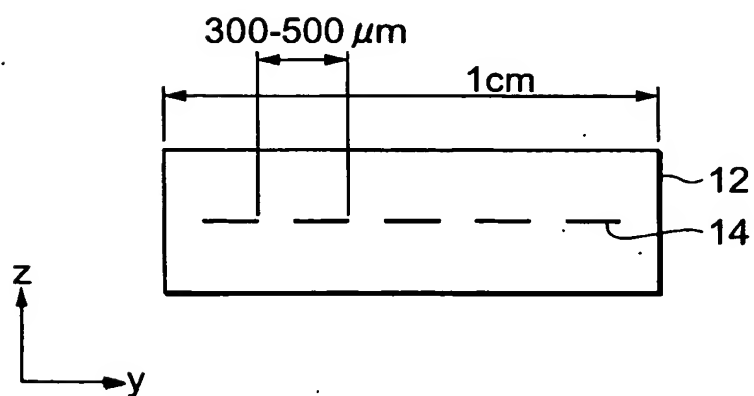


図4

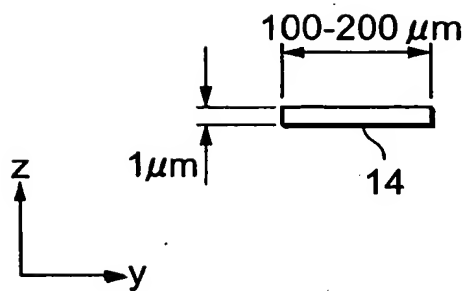


図5A

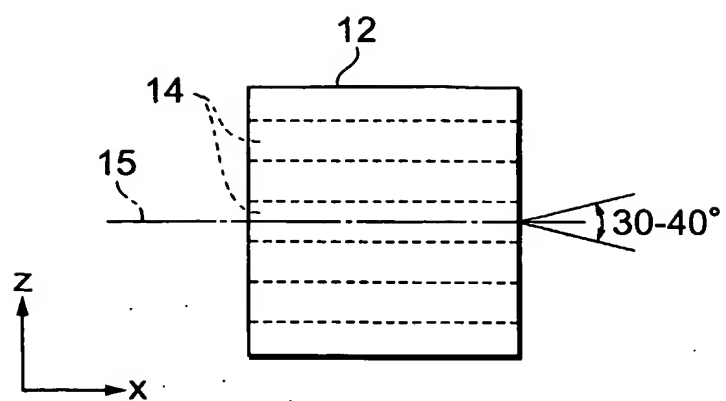


図5B

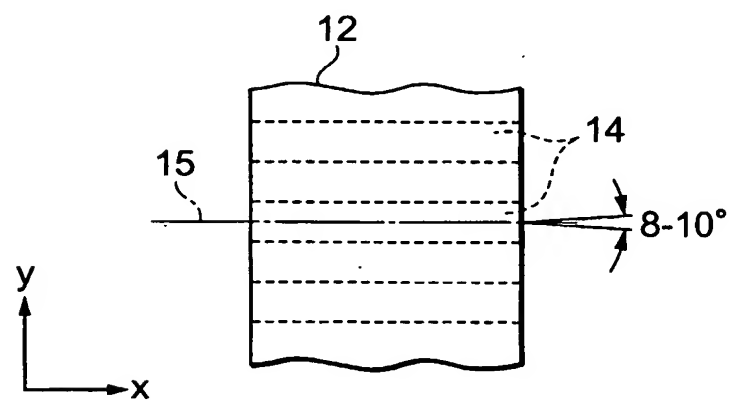


図6

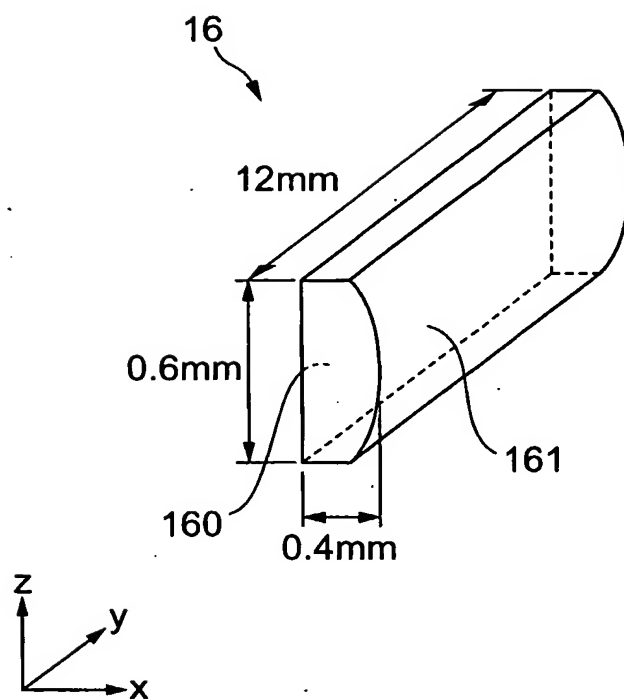


図7

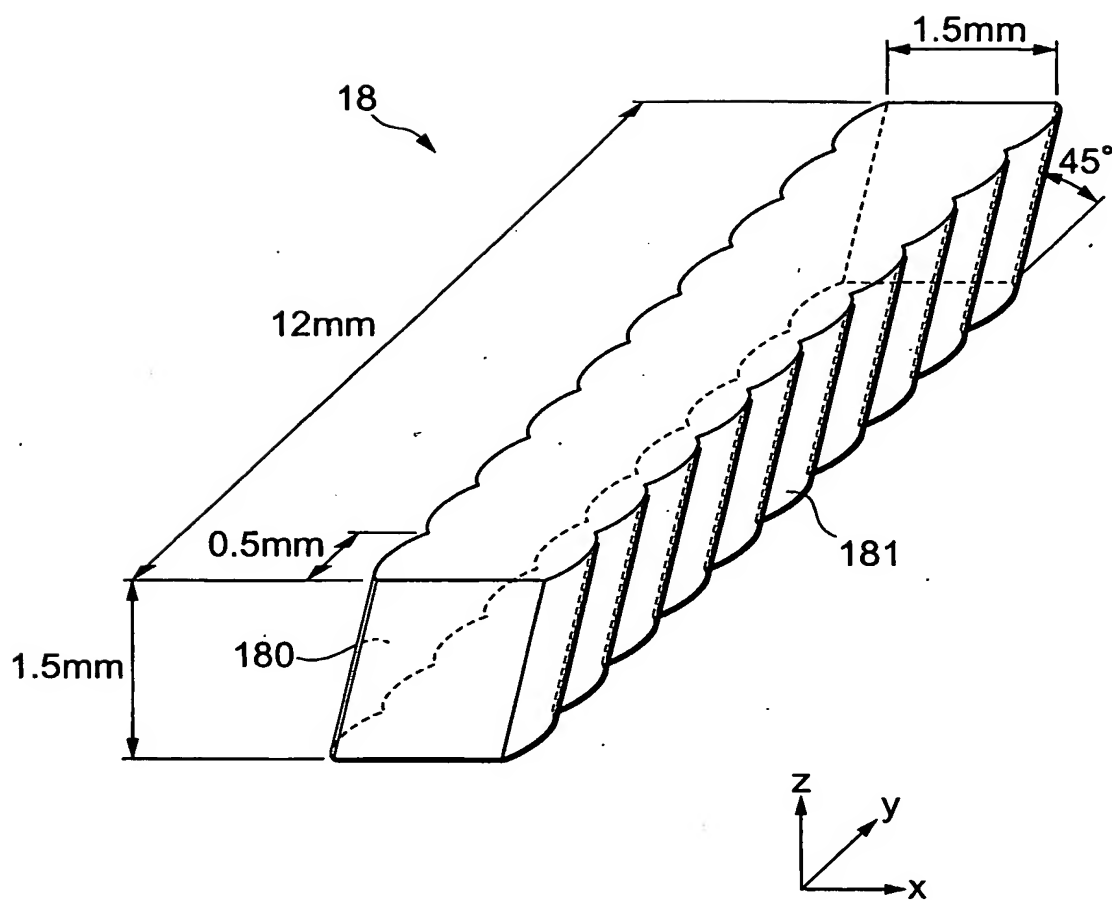


図8

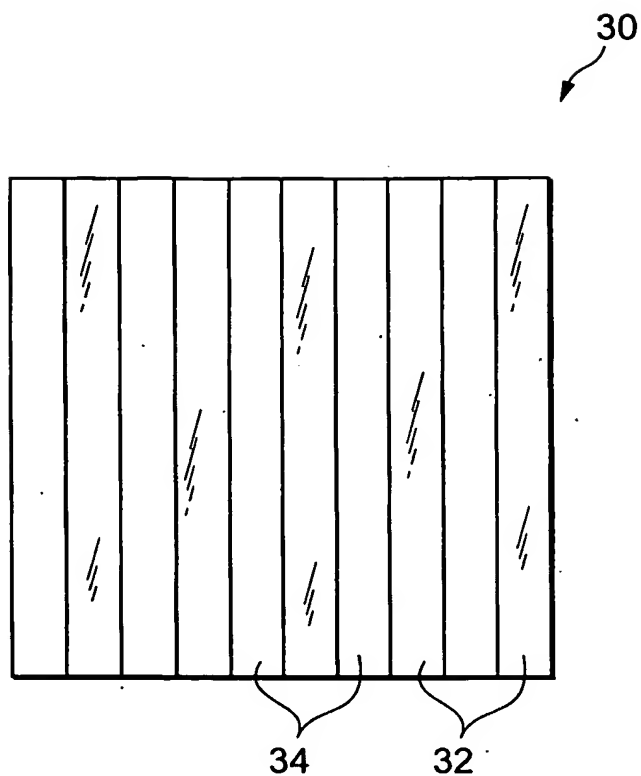


図9A

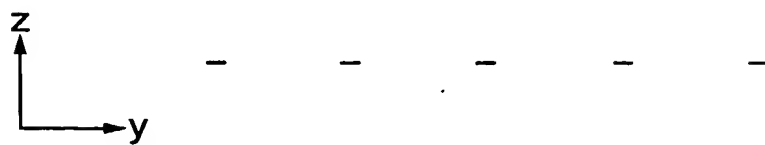


図9B



図9C

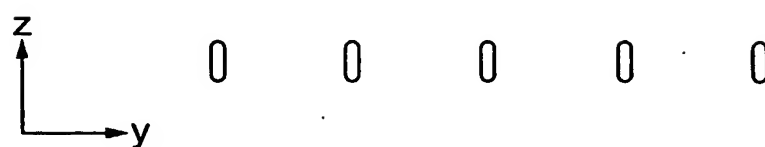


図10A

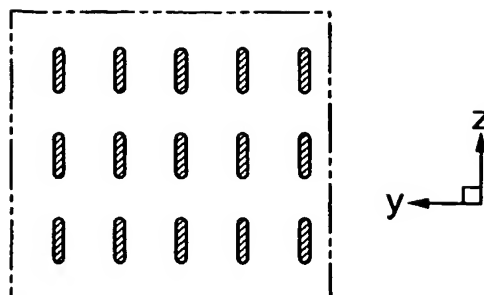


図10B

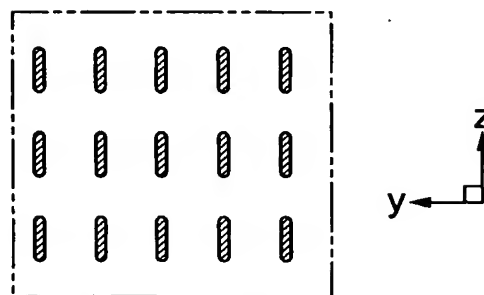


図10C

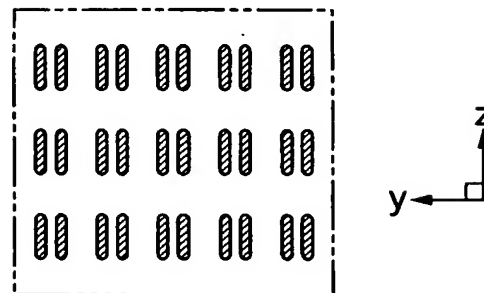


図11A

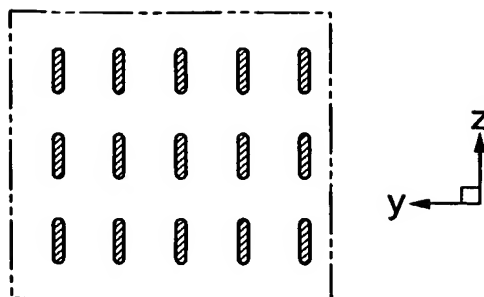


図11B

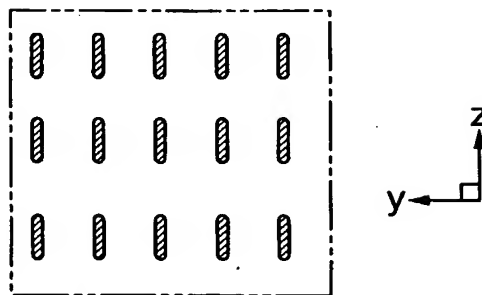


図11C

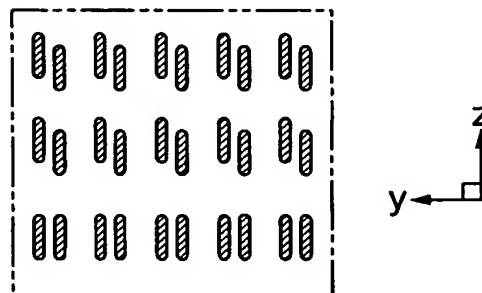


図12A

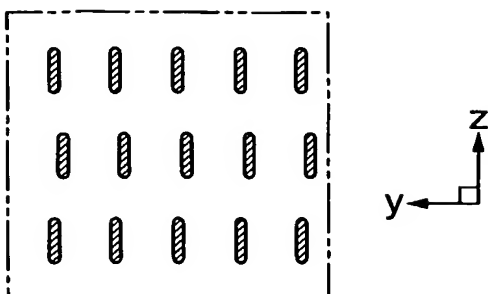


図12B

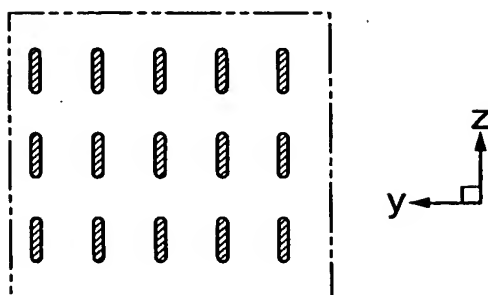


図12C

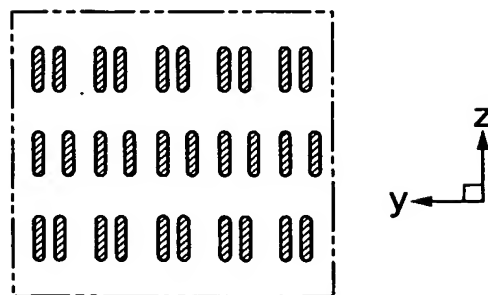


図13

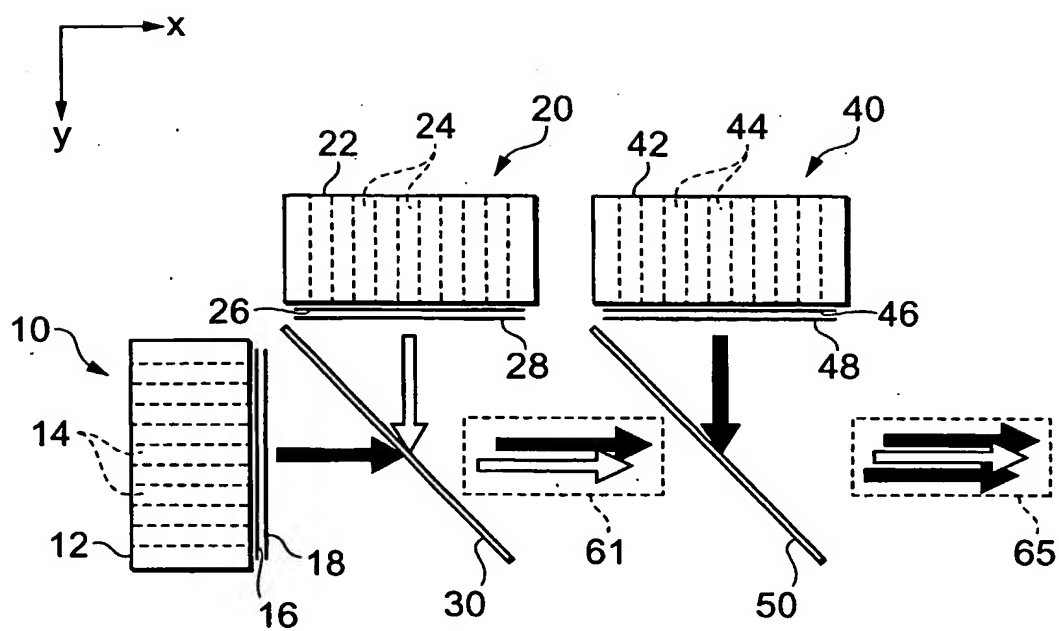


図14A

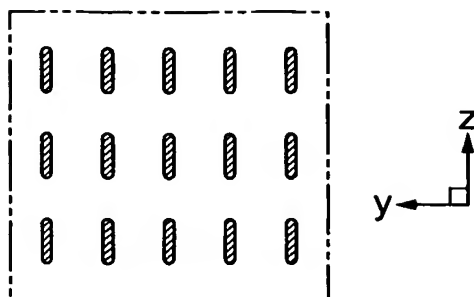


図14B

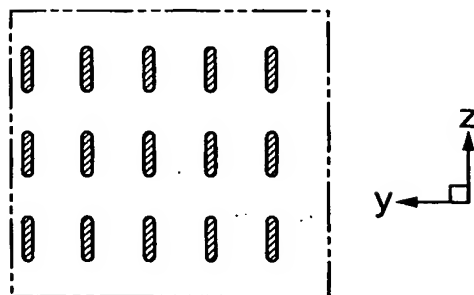


図14C

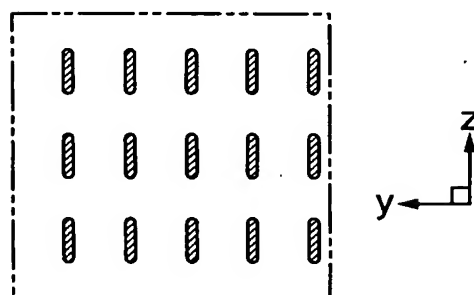


図14D

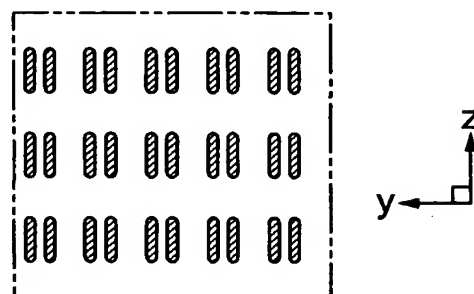


図14E

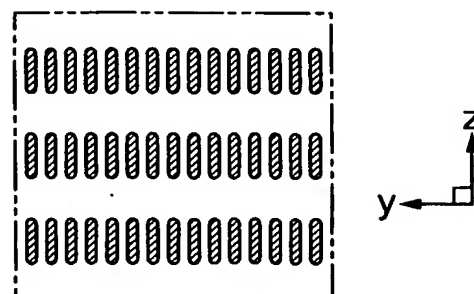
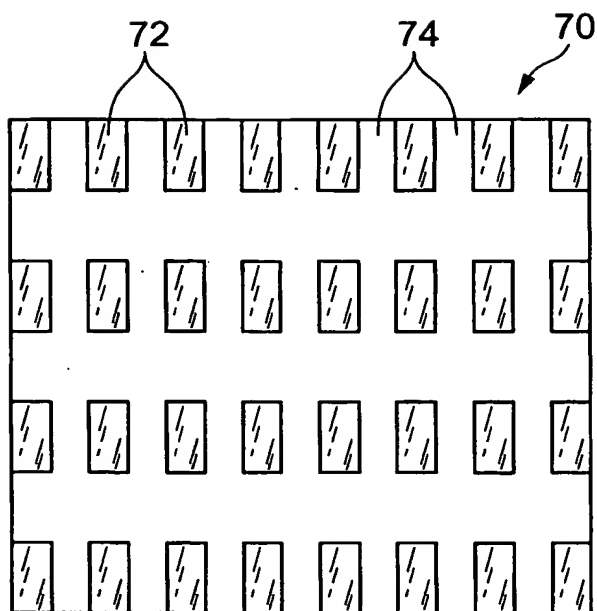


図15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10963

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G02B27/09, G02B27/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G02B27/09, G02B27/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-72743 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 16 March, 1999 (16.03.99), (Family: none)	1-7
A	JP 2001-83460 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 30 March, 2001 (30.03.01), (Family: none)	1-7
A	JP 2001-111147 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 20 April, 2001 (20.04.01), (Family: none)	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
25 November, 2003 (25.11.03)

Date of mailing of the international search report
09 December, 2003 (09.12.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10963

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-215443 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 10 August, 2001 (10.08.01), (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl¹ G02B27/09, G02B27/10

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl¹ G02B27/09, G02B27/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 11-72743 A (浜松ホトニクス株式会社) 1999.03.16 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2001-83460 A (浜松ホトニクス株式会社) 2001.03.30 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2001-111147 A (浜松ホトニクス株式会社) 2001.04.20 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2001-215443 A (浜松ホトニクス株式会社) 2001.08.10 (ファミリーなし)	1-7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25.11.03

国際調査報告の発送日

09.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田部 元史

2X

8708

電話番号 03-3581-1101 内線 3293